



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 27 945 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
**B 23 C 5/08**  
B 23 C 5/20  
// B23B 27/16

⑳ Aktenzeichen: 100 27 945.7  
㉔ Anmeldetag: 8. 6. 2000  
④③ Offenlegungstag: 10. 1. 2002

DE 100 27 945 A 1

⑦① Anmelder:  
WIDIA GmbH, 45145 Essen, DE

⑦④ Vertreter:  
Vomberg, F., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 42653 Solingen

⑦② Erfinder:  
Gesell, Reinold, 91629 Weiherzell, DE; Bär, Jürgen,  
90765 Fürth, DE

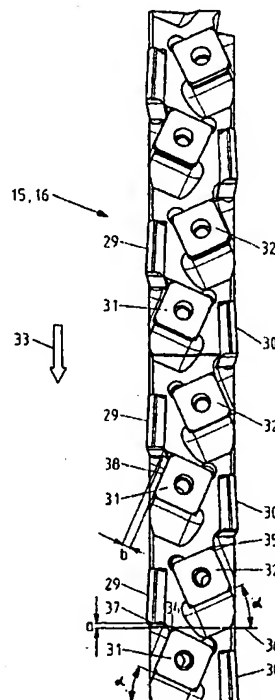
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt

⑤④ **Scheibenfräser**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft einen Scheibenfräser (15, 16) zur spanenden Bearbeitung von zylindrischen Konturen an einem Werkstück, insbesondere einer Kurbelwelle (10), mit mehreren peripher an einem scheibenförmigen Werkzeugträger unter einem axialen Neigungswinkel ( $\alpha$ ) gekippt angeordneten Schneideinsätzen, von denen ein Teil radial und der andere Teil tangential am Werkzeugträger eingespannt ist.

Um einen weicheren Schnitt beim Zerspanen zu gewährleisten und um eine möglichst große Anzahl von Schneidwerkzeugen auf dem Scheibenfräser anordnen zu können, wird vorgeschlagen, daß die tangential eingespannten Schneideinsätze (31, 32) unter einem axialen Neigungswinkel ( $\alpha$ ) von  $25^\circ \pm 10^\circ$ , vorzugsweise  $20^\circ$  bis  $30^\circ$ , angeordnet sind und daß deren entgegen der Fräserdrehrichtung (33) betrachtet hinterste Schneidecke (34, 35) auf einer Geraden (36) vertikal zur Drehrichtung des Scheibenfräasers liegt, die von der vordersten Schneidkante (37) des darauffolgenden radial eingespannten Schneideinsatzes (29) einen Abstand (a) von  $\leq 5$  mm, vorzugsweise  $\leq 2$  mm, bis hin zu negativen Werten aufweist.



DE 100 27 945 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft einen Scheibenfräser zur spanenden Bearbeitung von zylindrischen Konturen an einem Werkstück, insbesondere von exzentrisch angeordneten zylindrischen Konturen an einem um eine Längsachse drehbaren Werkstück wie einer Kurbelwelle, mit mehreren peripher an einem scheibenförmigen Werkzeugträger unter einem axialen Neigungswinkel gekippt angeordneten Schneideinsätzen, von denen ein Teil zur Wangen- und Unterstichbearbeitung radial und der andere Teil zur Zapfenaußendurchmesserbearbeitung tangential am Werkzeugträger eingespannt ist.

[0002] In der WO 96/39269 wird ein Verfahren zur spanabhebenden Bearbeitung von zylindrischen Korrekturen sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens beschrieben. Das betreffende Verfahren verwendet die sogenannte Schnitteilung an, bei der die Herstellung der Fertigungskontur, die als solche bereits Endmaße aufweist oder noch ein Aufmaß, das durch Schleifen oder Schlichten abgetragen werden kann, mit Werkzeugen durchgeführt wird, die mit Schneideinsätzen bestückt nacheinander oder auch gleichzeitig mit dem Werkstück in Eingriff gebracht werden. Bei einer Kurbelwelle wird so die Bearbeitung der Wangen und die Bearbeitung des Unterstiches und des Zapfens einer Kurbelwelle oder die Herstellung einer halben Kurbelwellen-Wangenkontur mit einem Unterstich oder einem Durchmesseranteil mit einem ersten Werkzeug und die Herstellung eines zweiten Unterstiches und des restlichen Durchmesseranteiles mit einem zweiten Werkzeug aufgeteilt. Diese Aufteilung ermöglicht die Variation der Lagerbreite in bestimmten Grenzen. Bevorzugt wird bei der Bearbeitung das sogenannte Hochgeschwindigkeitsfräsen angewendet, bei dem das Werkzeug mit konstanter hoher oder variabler Drehzahl angetrieben wird. Beim Hochgeschwindigkeitsfräsen werden Schnittgeschwindigkeiten von mehr als 160 m/min verwendet. Die Spanungsdicken liegen im Bereich von 0,05 bis 0,1 mm. Die Schnittbogenlänge, d. h. die mit den entsprechenden Schneideinsätzen in Eingriff befindliche Länge des Werkzeugträgers in bezug auf seinen Gesamtumfang, wird möglichst gering gewählt. Mit diesen Maßnahmen können so gute Oberflächenqualitäten erzeugt werden, daß das Vorschleifen oder zusätzliche Vorbehandeln vor der Wärmebehandlung als zusätzlicher Arbeitsvorgang vollständig entfallen kann. Bei dem in der WO 96/39269 beschriebenen Verfahren wird vorgeschlagen, auf unterschiedlichen Werkzeugen Wendeschneidplatten zur Wangenbearbeitung einerseits bzw. zur Zapfenbearbeitung und für den Unterstich andererseits anzubringen. Alle verwendeten Schneideinsätze sollen einen positiven Spanwinkel aufweisen, wobei die Schneideinsatzeinstellung zum Werkstück dergestalt vorgenommen wird, daß der effektive Spanwinkel zwischen  $-5^\circ$  und  $+15^\circ$ , vorzugsweise  $-5^\circ$  bis  $+5^\circ$ , und/oder ein positiver axialer Spanwinkel (Rückspanwinkel) bis zu  $10^\circ$  gewählt wird.

[0003] In einem dort gewählten speziellen Ausführungsbeispiel befinden sich auf einem Scheibenfräser zwei Sorten von Schneidplatten, von denen die erste Sorte radial und die zweite tangential am Werkzeugträger bzw. in dortigen Werkzeugaufnahmen eingespannt ist.

[0004] Besitzt ein Scheibenfräser auf seiner Zylindermantelfläche zwei nebeneinanderliegende Reihen von tangential eingespannten Schneidplatten, droht bei Fertigungsungenauigkeiten oder bei geteiltem Werkzeug durch Positionierungsungenauigkeiten der Bearbeitungsmaschine ein Höhenversatz, durch den im Überdeckungsbereich am bearbeiteten Werkstück ein unerwünschter scharfkantiger Absatz entsteht. Um diesen Überschnitt zu verhindern, wird in der

WO 96/39269 ein Schneideinsatz vorgeschlagen, dessen Spanflächen im Bereich der eine Schneidecke bildenden Hauptschneidkante eine Abflachung oder Einziehung besitzen, die sich in dem Bereich beider benachbarter Hauptschneidkanten erstreckt. Solche Schneideinsätze ermöglichen die Fertigung sanfter Übergänge im Überdeckungsgebiet, beispielsweise bei der Herstellung einer Zapfenoberfläche eines Kurbelwellenhubzapfens.

[0005] In der WO 96/39269 sind weiterhin radial eingespannte Schneideinsätze zur Fertigung eines Unterstiches einer Kurbelwelle dargestellt.

[0006] In der DE 197 39 300 A1 wird ein Schneideinsatz zum Schneiden von Profilen, insbesondere zum Fräsen von Profileinstichen in rotierend bewegte Werkstücke wie Kurbelwellen beschrieben. Dieser Schneideinsatz besitzt einen im wesentlichen kubischen Grundkörper mit mindestens zwei nutzbaren Schneidkanten, zwei parallel zueinander angeordnete, ebene und von einem Befestigungsloch durchdrungene Seitenflächen, zwei Grundflächen, die an ihren gegenüberliegenden Enden jeweils eine durch dem zu schneidenden Profil entsprechend bogenförmig ausgebildete Schneidkanten begrenzte Spanfläche aufweisen. Die zwischen zwei gegenüberliegenden Schneidkanten liegende Freifläche soll zumindest teilweise kreisförmig konkav ausgebildet sein. Durch die konkave Freiflächenausbildung wird eine Freiwinkelvergrößerung und ein zur Freiflächenmitte hin großer Freiraum geschaffen, womit gewünschte Kippungen dieses Schneideinsatzes relativ zum Werkstück ermöglicht werden.

[0007] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, den eingangs genannten Scheibenfräser dahingehend weiterzuentwickeln, daß ein weicherer Schnitt beim Zerspanen gewährleistet ist und auf dem vorhandenen Zylinderumfang des Scheibenfräasers eine möglichst große Anzahl von Schneidwerkzeugen angeordnet werden kann. Diese Aufgabe wird durch einen Scheibenfräser nach Anspruch 1 gelöst.

[0008] Erfindungsgemäß sind die tangential eingespannten Schneideinsätze unter einem axialen Neigungswinkel von  $25^\circ \pm 10^\circ$ , vorzugsweise unter einem Neigungswinkel von  $20^\circ$  bis  $30^\circ$ , angeordnet. Entgegen der Fräserdrehrichtung betrachtet liegt die hinterste Schneidecke eines solchen Schneideinsatzes auf einer Geraden vertikal zur Drehrichtung des Scheibenfräasers, die von der vordersten Schneidkante des darauffolgenden radial eingespannten Schneideinsatzes einen Abstand von  $\leq 5$  mm, vorzugsweise  $\leq 2$  mm, bis hin zu negativen Werten aufweist.

[0009] Bei nach dem Stand der Technik bekannten Scheibenfräsern ist die Einstellung des Axialwinkel auf geringfügige Winkelmaße beschränkt worden, um den Platzbedarf der peripher tangential eingespannten, vorzugsweise mit quadratischer Spanfläche ausgestatteten Schneideinsätze möglichst gering zu halten, da eine Kippung um einen Axialwinkel den jeweiligen Abstand zum nächstfolgenden radial eingespannten Schneideinsatz unter Berücksichtigung der dort am Werkzeugträger noch vorzusehenden Spankammer vergrößert hätte. Mit der gewählten Axialwinkelneigung für die tangentialen Schneideinsätze ist es jedoch möglich, die jeweils hinterste Schneidecke des Schneideinsatzes nach innen zu verschwenken, so daß deren Abstand, gemessen mittels einer senkrecht zur Fräsrichtung liegenden Geraden, von der Schneidkante des nächstfolgenden radial eingespannten Schneideinsatzes auf vorzugsweise weniger als 2 mm bis hin zu negativen Werten minimiert werden kann. Unter negativen Abstandswerten sind solche Anordnungen der tangential eingespannten Schneideinsätze zu verstehen, bei denen die hinterste Schneidecke räumlich gesehen sogar hinter der Schneidkante des nächstfolgenden radialen

Schneideinsatzes liegt. Mit der gewählten Anordnung ist es möglich, die Anzahl der nutzbaren Schneideinsätze auf dem Werkzeugträger zu vergrößern.

[0010] Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0011] So wird vorzugsweise der tangential eingespannte Schneideinsatz derart angeordnet, daß der kürzeste Abstand der beim Zerspanen inaktiven Schneidkante oder deren Verlängerung, die der Kante des Scheibenfräserzylinders zugewandt ist, zur nächstliegenden Schneidecke des in Schnittrichtung nachfolgend angeordneten radial eingespannten Schneideinsatzes 1 mm gewählt. Durch diese Maßnahme ist gewährleistet, daß ein hinreichender Platz für die notwendige Spankammer vor dem radial eingespannten Schneideinsatz verbleibt und dort ablaufende Späne nicht mit der der Spankammer zugewandten inaktiven Schneidkante des tangential eingespannten Schneideinsatzes kollidieren bzw. diese Schneidkante beschädigen können. Dies ist insbesondere für sogenannte Wendeschneidplatten von Bedeutung, die jeweils vier nutzbare Schneidkanten aufweisen. Als bevorzugtes Maß für den axialen Neigungswinkel der tangential eingespannten Schneideinsätze haben sich  $25^\circ$  erwiesen.

[0012] Der Scheibenfräser besitzt in Schnittrichtung betrachtet in alternierender Folge auf dem Zylindermantel des Werkzeugträgers jeweils tangential und radial eingespannte Schneideinsätze, oder anders ausgedrückt, jeweils an der Kante des Scheibenfräserzylinders radial eingespannte Schneideinsätze, denen jeweils (links wie rechts) ein tangential eingespannter Schneideinsatz räumlich vorgeordnet ist. Die hierdurch gebildeten zwei Reihen von tangential eingespannten Schneideinsätzen weisen Schneideinsätze auf, die je nach ihrer Reihenzugehörigkeit unter einem gegensinnigen Axialwinkel gekippt sind.

[0013] Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung überlappen sich die Schnittbereiche zweier aufeinanderfolgender tangential eingespannter Schneideinsätze geringfügig.

[0014] Mit dem erfindungsgemäßen Scheibenfräser können bei Schnittgeschwindigkeiten von 160 m/min und mehr Spanungsdicken von 0,1 mm bis 0,25 mm abgetragen werden.

[0015] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt. Es zeigen

[0016] Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Vorrichtung zur Bearbeitung von Kurbelwellen,

[0017] Fig. 2 eine Draufsicht auf einen Teil des mit Schneideinsätzen bestückten Zylindermantels eines erfindungsgemäßen Scheibenfräasers und

[0018] Fig. 3 eine perspektivische Teilansicht des erfindungsgemäßen Scheibenfräasers.

[0019] In Fig. 1 ist eine Vorrichtung 100 zur spanenden Bearbeitung einer Kurbelwelle 10 rein schematisch dargestellt. Die Kurbelwelle 10 ist mit ihren Enden 11 und 12 in antreibbaren, drehbaren Einspannfuttern 13, 14 so eingespannt, daß sie um ihre Mittellängsachse drehbar ist. Zur Bearbeitung dienen scheibenförmige Hochgeschwindigkeitswerkzeuge 15, 16, die über entsprechende Antriebe 17, 18 in Drehung versetzt werden können, wobei jeder Antrieb 17, 18 auf einem Support 19, 20 gelagert ist, wodurch das Werkzeug auf einer Achse dem Werkstück nachgeführt wird. Weiterhin sind in der dargestellten Vorrichtung zwei orthogonale Drehfräser 21, 22 angeordnet, die ebenfalls über entsprechende Antriebe 23, 24 drehbar sind. Jeder orthogonale Drehfräser 21, 22 ist auf einem Support mit jeweils zwei Schlitten 25, 26; 27, 28 gelagert, so daß eine Nachführung jedes orthogonalen Drehfräasers 21, 22 auch bei sich drehender Kurbelwelle möglich ist. Mit der dargestellten Vorrichtung ist die gleichzeitige Bearbeitung von

vier Hublagerstellen der Kurbelwelle möglich.

[0020] Um eine spanende Bearbeitung eines außerhalb des Drehzentrums des Werkstückes 10 exzentrisch angeordneten Kurbelwellenhublagers durchzuführen, wird der Scheibenfräser 15 bzw. 16 um seine Mittelachse mit konstanter oder variabler hoher Drehzahl angetrieben, so daß die auf seinem Außenumfang angeordneten Schneideinsätze mit einer hohen Schnittgeschwindigkeit an der Bearbeitungsstelle des Werkstückes vorbeigeführt werden. Nähere Einzelheiten zur Bearbeitung einer Kurbelwelle sind in der WO 96/39269 beschrieben, auf die verwiesen wird.

[0021] Jeder der Scheibenfräser 15, 16 besitzt an seinem Zylinder-Außenmantel eingespannte Schneideinsätze 29 bis 32, wovon die Schneideinsätze 29 und 30 jeweils radial und die Schneideinsätze 31 und 32 jeweils tangential eingespannt sind. Durch Drehung des Scheibenfräasers in Richtung des dargestellten Pfeiles 33 kommen somit bei der vorzugsweise gewählten kleinen Schnittbogenlänge nacheinander die jeweils aktiven Schneidkanten der Schneideinsätze 30, 31, 29 und 32 nacheinander zum Einsatz. Während der axiale Neigungswinkel  $\alpha = 25^\circ$  der Schneideinsätze 31 im Uhrzeigersinn gewählt ist, sind die tangential eingespannten Schneideinsätze 32 um den Neigungswinkel  $\alpha = 25^\circ$  entgegen dem Uhrzeigersinn gekippt. Hierdurch wird die jeweils hinterste Schneidecke 34 bzw. 35 der Schneideinsätze 31 bzw. 32 nach innen gekippt, wobei das in Fig. 2 dargestellte Maß des Abstandes a, den die Gerade 36, auf der die Schneidecke 34 liegt und die senkrecht zur Schnittrichtung 33 angeordnet ist, von der Schneidkante 37 des nächstfolgenden Schneideinsatzes 29 hat,  $\leq 5$  mm, vorzugsweise  $\leq 2$  mm, beträgt. Ggf. kann die dargestellte hintere Schneidecke 34 bzw. 35 räumlich auch "hinter" der Schneidkante des nächstfolgenden radial eingespannten Schneideinsatzes liegen. Der Abstand b der dargestellten (inaktiven) Schneidkante 38 zur nächstliegenden Schneidkante 37 bzw. deren Endpunkt beträgt mindestens 0,5 mm.

[0022] Mit den erfindungsgemäßen Scheibenfräser gemäß Fig. 2 ist die gleichzeitige Herstellung zweier Unterstiche durch die Schneideinsätze 29 und 30 und die Ausformung einer Zylindermanteloberfläche durch die Schneideinsätze 31 und 32 möglich. Die Schnittbereiche der beiden versetzt angeordneten Reihen von tangential eingespannten Schneideinsätze 31, 32 überlappen sich geringfügig.

[0023] Die aus Fig. 3 ersichtlichen, tangential eingespannten Schneideinsätze 31, 32 weisen zusätzlich noch entlang der jeweils aktiven Schneidkante Einkerbungen 39 auf, die grundsätzlich nach dem Stand der Technik bekannt sind. Diese Einkerbungen bewirken, daß beim Zerspanen statt eines breiteren Spanes entsprechend der Anzahl der Einkerbungen mehrere schmalere Späne erzeugt werden. Im übrigen entsprechen die tangential eingespannten Schneideinsätze den in der WO 96/39269 dargestellten, tangential eingespannten Schneideinsätze. Die radialen Schneideinsätze weisen eine Formgestaltung auf, die den in der DE 197 39 300 A1 beschriebenen entspricht.

#### Patentansprüche

1. Scheibenfräser (15, 16) zur spanenden Bearbeitung von zylindrischen Konturen an einem Werkstück, insbesondere von exzentrisch angeordneten zylindrischen Konturen an einem um eine Längsachse drehbaren Werkstück wie einer Kurbelwelle (10), mit mehreren peripher an einem scheibenförmigen Werkzeugträger unter einem axialen Neigungswinkel ( $\alpha$ ) gekippt angeordneten Schneideinsätzen (29 bis 32), von denen ein Teil zur Wangen- und/oder Unterstichbearbeitung radial und der andere Teil zur Zapfenaußendurchmesser-

bearbeitung tangential am Werkzeugträger eingespannt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die tangential eingespannten Schneideinsätze (31, 32) unter einem axialen Neigungswinkel ( $\alpha$ ) von  $25^\circ \pm 10^\circ$ , vorzugsweise  $20^\circ$  bis  $30^\circ$ , angeordnet sind und daß deren entgegen der Fräserdrehrichtung (33) betrachtet hinterste Schneidecke (34, 35) auf einer Geraden (36) vertikal zur Drehrichtung des Scheibenfräasers liegt, die von der vordersten Schneidkante (37) des darauffolgenden radial eingespannten Schneideinsatzes (29) einen Abstand ( $\alpha$ ) von  $\leq 5$  mm, vorzugsweise  $\leq 2$  mm, bis hin zu negativen Werten aufweist.

2. Scheibenfräser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der kürzeste Abstand (b), der beim Zerspanen inaktiven Schneidkante (38) des tangential eingespannten Schneideinsatzes (31) oder deren Verlängerung, die der Kante des Scheibenfräserzylinders zugewandt ist, zur nächstliegenden Schneidkante (37) des in Schnittrichtung nachfolgend angeordneten radial eingespannten Schneideinsatzes (29)  $\geq 0,5$  mm ist.

3. Scheibenfräser nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der axiale Neigungswinkel ( $\alpha$ ) der tangential eingespannten Schneideinsätze (31, 32)  $25^\circ$  beträgt.

4. Scheibenfräser nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in Schnittrichtung (33) betrachtet in alternierender Folge auf dem Zylindermantel des Werkzeugträgers jeweils tangential und radial eingespannte Schneideinsätze aufeinanderfolgen.

5. Scheibenfräser nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Schnittbereiche zweier aufeinanderfolgender tangential eingespannter Schneideinsätze (31, 32) geringfügig überlappen.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG. 1

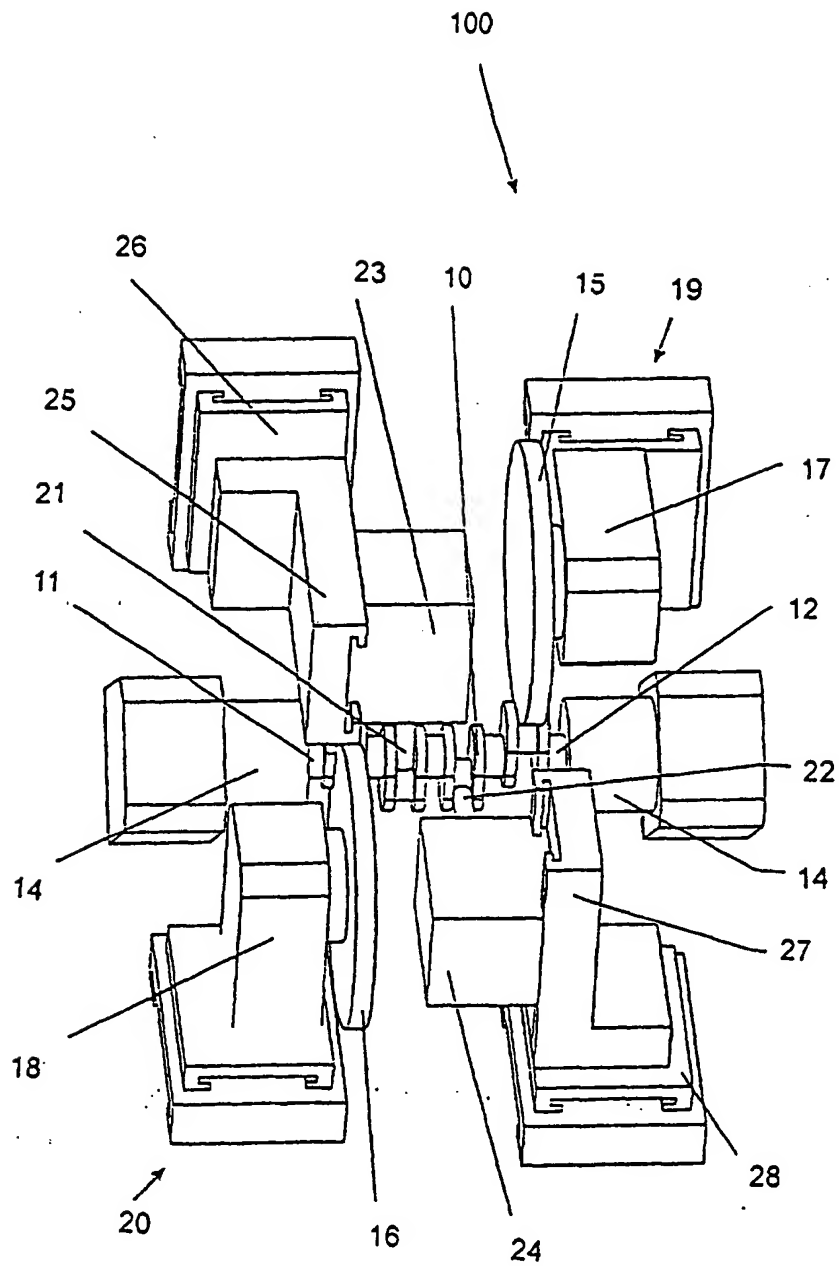


FIG. 2

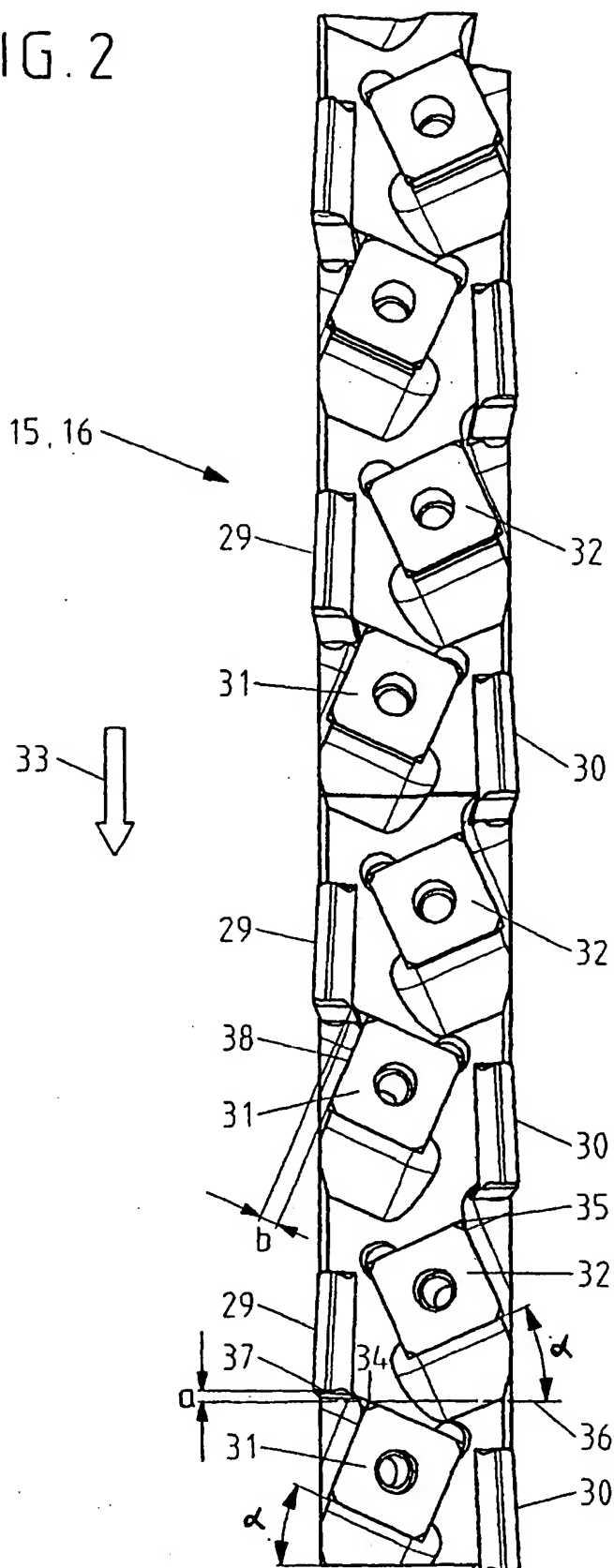


FIG. 3

